

# 가상현실을 지원하는 클라이언트/서버 시스템 구조

이 병 옥\*

## 1. 서 론

가상현실(virtual reality)이란 3차원 기하이론을 바탕으로 컴퓨터를 이용하여 현실세계와 유사한 환경을 제작하는 기술과 이론이다. 컴퓨터를 이용하여 만든 가상의 세계는 사용자로 하여금 현실과 유사성을 느끼도록 시각적, 청각적, 감각적 기능을 상호작용 하게 한다. 가상현실은 컴퓨터 그래픽스라는 학문이 태동하면서 시작되었으나 최근에 와서 본격적으로 연구 개발되고 있다. 그 이유는 그래픽스, 네트워크, 데이터베이스 등의 모든 컴퓨터 첨단 기술들을 통합해야 가상현실이 실현될 수 있기 때문이다.

가상현실이란 용어는 미국 VPL Research사의 Jarrow Lanier 사장에 의해 1989년부터 사용되기 시작하였다. 그러나 가상현실 기술자체는 오래 전부터 발전하기 시작하였으며, 컴퓨터 그래픽스와 모니터 활용 기술의 발전으로 촉진되었다. 가상현실은 일종의 모델링으로 활용되기 시작하였다. 즉 인간이 경험하기 힘든 환경이나 개발하는데 오랜 시간이 소요되는 프로젝트에서 이를 극복하기 위한 경제적인 수단이자 방법론이다. 따라서 비행기 시뮬레이터, 탱크 시뮬레이터, 산업용 로봇, 게임 등으로부터 발전되었다.

클라이언트/서버 시스템이란 하나의 응용을 복수개의 컴퓨터를 이용하여 협동처리(cooperative

process)하는 분산 시스템(distributed system)이다. 분산 시스템이란 통신망으로 연결된 컴퓨터들이 독립적으로 운영되면서 통신망으로 연결된 모든 자원들을 하나의 시스템인 것처럼 사용하는 기술이다. 따라서 분산 시스템은 물리적으로 개별적인 컴퓨터 자원들을 논리적으로 통합하여 하나의 시스템으로 사용하는 가상적인 시스템이다. 분산 시스템의 발전은 원거리에 있는 사용자들을 하나의 가상 공간(cyber space)으로 통합하는 효과를 가져온다. 인터넷의 발전과 보급은 컴퓨터 시스템의 분산화를 촉발시켜 전세계를 망라하는 거대한 가상 공간을 탄생시켰으며, 가상 현실의 실현을 가시화하고 있다.

그룹웨어(groupware)는 여러 장소에 흩어져 있는 작업자들이 컴퓨터 세계에서 가상적으로 만나서 공동작업을 수행하도록 도와주는 컴퓨터 소프트웨어이다. 지금까지 개발된 가상현실들은 한 장소에서 제한적으로 사용하는 것들이다. 그러나 자동차 공장에서 신차 설계에 참여하는 설계자들과 이들 설계 도면들을 보고 제품을 생산하는 부품업체들은 수없이 많은 설계 도면들을 주고받고 의견을 교환해야 한다. 이들에 의한 부품들이 조립과 생산에 참여하려면 관련 기술자들이 수없이 만나서 협조해야 한다. 따라서 분산 가상현실(DVR, Distributed Virtual Reality) 기법이 요구된다. 이것을 협동 가상현실(CVR, Collaborative Virtual Reality)이라고도 하는데 이것은 인간-요

\*정회원, 경원대학교 전자계산학과 교수

소(human-factors), 네트워크 그리고 데이터베이스를 통합하는 과제이므로 가상현실 분야에서 현재 가장 주목받고 있는 분야이다.

한 장소에서 사용되는 가상현실이라고 하더라도 일종의 분산 시스템인 클라이언트/서버 시스템이 요구된다. 사용자에게 3차원 그래픽 화면과 음향, 텍스트 등의 멀티미디어 자료들을 여러 방면(예를 들어 사용자의 앞면, 오른쪽면, 왼쪽면 그리고 천정면)으로 제공하려면 각 면마다 클라이언트용 컴퓨터가 설치되고 이들을 제어하며 대용량의 멀티미디어 자료처리를 위한 서버(server) 시스템이 요구된다. 실감나는 가상현실 시스템이 되려면 이들 클라이언트/서버 구조를 효율적으로 설계하고 구축해야 한다.

본 논문에서는 Caterpillar사의 차량제작용 DVR(distributed virtual reality) 시스템과 Illinois Chicago 대학의 CAVERN 시스템을 연구 대상으로 하였다. 클라이언트/서버 환경에서 공동작업을 추진하는 가상현실 시스템에서 발생하는 문제점과 이를 극복하는 설계 기술을 소개한다. 또한 앞으로의 분산 가상현실의 특징과 보완 및 연구방향에 대해 언급한다.

## 2. 협동 가상현실의 개념

가상현실에 관한 연구는 이미 컴퓨터 그래픽스에 국한되지 않고 원격회의, 네트워킹 그리고 분산 컴퓨팅과 같은 새로운 분야를 포함하는 종합화된 학문으로 발전하고 있다. 현재 연구의 목표는 산업계에서 협동하여 만드는 제품, 프로세스 설계 검토를 위한 능력, 실제 적용 능력, 성능 그리고 비용 등을 평가하는데 주목되고 있다.

전형적으로 협동 설계 작업에는 소그룹의 사용자들이 동기적으로 또는 비동기적으로 참여하여

건축분야에 또는 가상 세계에서 객체들을 조작하는 것이었다. 초기의 협동 가상현실(CVR, collaborative virtual reality) 시스템은 SIMNET과 NPSNET와 같은 군사 분야에 사용되었다. SIMNET은 DARPA가 개발한 분산 대화식 모의 실험(simulation)으로서 실제 야전 훈련을 하지 않고 훈련하는 시스템이다. 수백 명의 SIMNET 참여자들 중의 한 사람은 헤드-마운트 디스플레이(head-mount display)를 착용하고 킷바퀴(treadmill)위에 서있는 보병이고, 어떤 사람은 탱크 시뮬레이션에 앉아 있는 탱크병이다. SIMNET의 현행 자료 전송 단위에는 군사 개체들을 위한 암호화가 포함된다.

군사용 모의실험들은 수백 명의 군인들을 동시에 가상 환경에 참여시키기 위해 네트워크의 대역(bandwidth)과 지연 시간 그리고 불안감을 감소하는데 주안점을 부여한 극단적인 협동 가상현실 시스템들이다. 가상현실에서의 인간-요소는 전통적으로 가상 객체와 가상 공간을 조작하기 위한 인터페이스의 개발에 주안점을 두었다. 그러나 협동 가상현실에서의 조작은 공유 공간에서 참여자들이 어떻게 서로 상호작용 하는가에 주안점이 있으며, 더 나아가서 함께 조작한 객체들은 어떻게 동작해야 하는가에 주안점이 있다. 다른 문제점들은 참여자들이 협동 환경에서 어떻게 표현되어야 하는지 그리고 실세계의 협동자들이 인과적으로 또한 효과적으로 사용할 수 있는 전문들을 어떻게 전송하는지 그리고 사적인 대화와 공적인 내용의 비디오와 오디오를 어떻게 전달하는가에 있다.

비디오 제작(VP, video production)은 본래부터 분산되었다. 방송자(broadcaster)들은 물리적으로 여러 사이트와 스튜디오에 분산되어 있으며, 이들은 끊임없이 전문화된 스튜디오 또는 가상 스튜디오로 비디오 제작을 아웃소싱하고 있다. 그

러므로 분산 비디오 제작을 위한 기술 개발의 요구가 점차 증가하고 있다. 디지털 미디어의 기술적인 혁명들이 방송자와 미디어 산업 세계를 급속하게 변모시키고 있다. 미디어 처리라고 하는 분야는 컴퓨터 기술, 통신 기술 그리고 미디어 기술들이 통합되어 새로운 응용분야와 제품들과 시장을 창출하고 있다. 이들 종합화된 기술들은 미디어 생산자들로 하여금 원격지에서 멀티미디어 사전-제작(pre-production), 설정 및 연습(setup and rehearsal), 생산, 사후-제작(post-production), 기록 저장, 색인 작업 그리고 검색을 위해 협동하지 않을 수 없게 만들고 있다.

분산 비디오 제작은 그림 1에서 보는바와 같이 비디오 제작에서 사용되는 카메라, 녹음기, 스위치, 믹서 그리고 다른 장비들이 고속 네트워크로 연결된 여러 사이트들에 위치하면서 상호작용하는 환경을 참조한다. 이것은 분산 가상 스튜디오, 분산 리허설 시스템, 분산 비디오 편집 그리고 검색 시스템들이 일련의 공동작업을 수행하는 것이다.

협동 가상현실은 자연스럽게 네트워킹과 데이

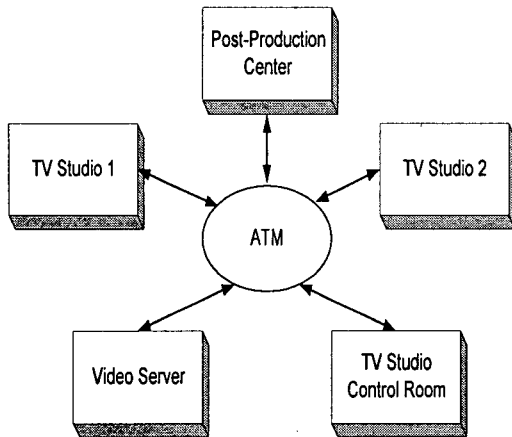


그림 1. 분산 비디오 제작 (Distributed Video Production)

터베이스 같은 전통적인 분야에 새로운 도전이 되고 있다. 협동 가상 환경(CVE, collaborative virtual environment)은 네트워킹, 데이터베이스 그리고 그래픽스 같이 광범위한 분야의 기술을 요한다. 이와 같이 광대한 범위로 인하여 복잡한 협동 가상 환경을 신속하게 구축하는 것은 매우 어렵다. 협동 가상 환경을 위하여 네트워킹과 데이터베이스 구조를 구축하려는 지금까지의 시도는 소규모 시스템 구축에 유용한 해결책이다. 따라서 광대한 범위를 지원하는 대형 클라이언트/서버 시스템 구축을 위한 노력이 경주되고 있다.

### 3. 클라이언트/서버 가상현실 시스템

엔지니어링은 설계가 종료되어, 분석되고, 시험되고 수정되어 가장 완전한 설계가 이루어질 때까지 수행되는 반복 공정이다. 이 공정은 기본적으로 시간과 비용이 많이 소요된다. 가상 프로토타입(virtual prototype)은 설계 단계와 새로운 제품이 시장에 출하되는 시간을 줄여주는 효율적인 수단이다. 가상 환경은 엔지니어들이 실시간 3차원(real-time 3 dimension)으로 차량 모델 설계를 서로 대화할 수 있게 해준다. 가상 환경을 지리적으로 분산된 여러 사이트로 확장하여 각 사이트에서 동일한 모델을 보면서 설계 정보를 대화하며 교환하는 것이다. 공유 가상 환경에서 오디오와 비디오를 이용하여 협동함으로써 초기 단계에서 설계상의 문제점을 지적하고 해결하여, 시장으로의 출하 시간이 단축되고, 우수한 제품이 완성된다. 연구 분야는 지리적으로 매우 떨어진 사이트들 사이에 얼마나 복잡한 가상 환경을 공유할 수 있는가 그리고 실시간 비디오와 오디오가 이 환경의 한 부분으로 어떻게 통합되는가에 있다.

### 3.1 Caterpillar사의 DVR 시스템

NCSA(National Computational Science Alliance)는 Belgium 캐터필라사와 협동하여 지리적으로 원격지에 흩어져 있는 엔지니어들이 공동으로 차량을 설계하고 검토하고 재 설계하는 DVR(distributed virtual reality) 프로젝트의 소프트웨어를 설계하고 구축하였다. 이 프로젝트는 1995년 9월에 시작하였으며 1997년 8월에 독일 사이트(GMD, German's National Research Center and Information Technology)에 설치되었다. NCSA와 GMD 사이는 ATM으로 연결되었다. 미국과 유럽에 있는 캐터필라사의 엔지니어들이 사용할 예정인 이 시스템은 양 지역 시장에서 고객의 요구와 안전 요건들을 충족해야 하기 때문에 공동으로 설계하는데 사용된다. 이 시스템은 현재 협동으로 설계 검토를 지원하고 있다. 이 시스템은 공유된 가상 환경에서 한 참여자가 캐터필라사의 흙 이동 차량의 가상 모델을 제어하고 운전하는 동안 여러 지역의 다른 참여자들이 공유된 가상 환경으로 통합된 디지털 비디오와 오디오 시스템을 이용하여 대화하면서 관측하고 평가할 수 있게 해준다. 다수의 원격지 사이트들이 공유 가상 환경에 참여할 수 있으며 어느 때라도 이 환경에서 나갈 수 있다.

캐터필라사의 DVR 프로젝트의 주요 작업 중의 하나는 북미 대륙을 가로지르는 두 개의 가상 현실 가상화 시스템 사이에 대화식 실시간 ATM 망을 구축하는 것이다.

#### 1) DVR 시스템의 요건

지리적으로 원격지에 위치한 엔지니어들이 실시간으로 가상 차량 모델을 상호작용 하게 하고, 서로 설계 정보를 교환하는 것이 이 시스템의 목적이다. 따라서 다음과 같이 개념 요건, 기능 요건

그리고 성능 요건 등의 세 가지가 초기 단계에 충족되어야 한다.

#### 개념 요건

이식성(portability)은 시스템이 상이한 가상 현실 플랫폼에 최소한의 노력으로 이식되어야 한다. 확장성(scalability)은 원격지에 위치한 무수한 사이트들이 공유에 참여할 수 있어야 한다. 보안은 시제품 설계 특성이나 동적 모형같이 DVR 응용에서 특히 정보의 보호에 관한 것이다.

#### 기능 요건

공유 가상 환경에서 차량 모형과 상호작용 하는 능력이다. 차량 모의실험 장비와 소프트웨어를 가진 사이트는 가상 차량을 운전할 수 있어야 하고, 모든 원격지 사이트들은 공유 가상 환경에서 이것을 볼 수 있어야 한다. 각 사이트는 가상 포인터로 관심 대상이 되는 객체를 가리킴으로써 다른 사이트들과 협동할 수 있어야 한다. 참여자들은 모델을 검사하는 동안 시각적으로 보고 대화할 수 있어야 한다.

#### 성능 요건

객체 수정, 애니메이션 또는 운동 자료 전송이 지연되는 것은 장거리와 과중한 연산으로 인하여 피할 수 없지만 최소화되어야 한다.

#### 2) DVR 시스템 구조

GMD에 있는 시스템의 디스플레이는 그림 2와 같이 Responsive Workbench위에 있는 테이블 같은 디스플레이이다. NCSA에 있는 디스플레이는 그림 3과 같이 Cave Automated Virtual Environment에 있다. 각 사이트에는 내장된 비디오/오디오 보드가 있는 SGI Indy가 마이크와 비디오 카메라의 입력을 받아서 스피커로 출력한다.

차량들의 가상 프로토타입은 캐터필라사의 설계 공정에서 사용된 것과 동일한 Pro/Engineering

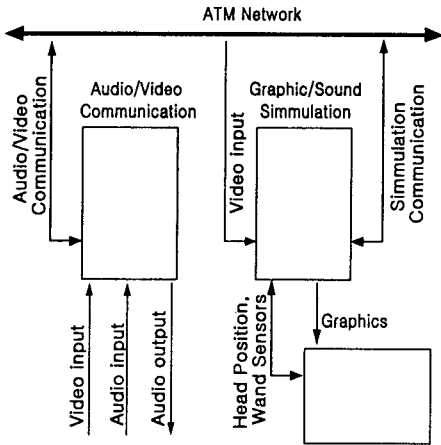


그림 2. GMD에 있는 시스템

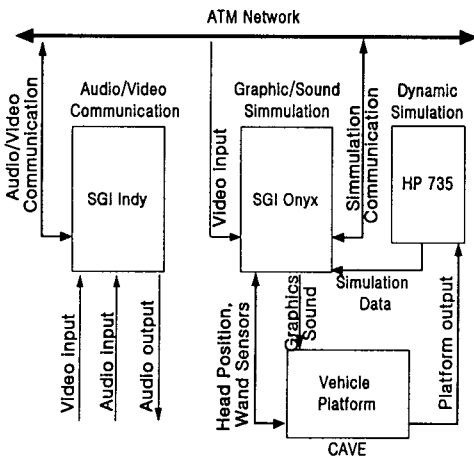


그림 3. NCSA에 있는 시스템.

CAD 설계로부터 생성되었다. Proving ground의 가상 모델은 캐터필라사의 실제 proving ground를 기반으로 생성되었다. 캐터필라사의 독점적인 동적 모의실험 패키지인 Dynasty(HP 735 워크스테이션에서 실행)는 실시간 차량 모의실험을 수행하는데 사용된다. 차량 모의실험 플랫폼은 모의실험에서 주요 사용자 인터페이스이다. 이것은 조향, 트로틀, 기어, 브레이크, 클러치, 리프트 그리고 틸트와 Dyanasty에 통신 등을 포함하여 실시간 운전자 입력을 시스템으로 취한다.

그림 3과 같이 CAVE에서 실행되는 시스템은 다음과 같은 요소로 구성된다.

- 운전 제어와 센서: 차량 플랫폼과 CAVE 헤드 위치 트래커(tracker)와 웬드 센서(wand sensor).
- 차량 모의실험과 음향 시스템: 차량 모의실험은 HP 워크스테이션에서 실행되며, 정보를 그래픽 모의실험과 차량 음향 시스템으로 보낸다.
- 그래픽스 모의실험(SGI Onyx 다중처리기에서 수행): 차량 모의실험기(HP 735)와 원격지에 위치한 시스템들에서 정보를 취득하여 CAVE에서 디스플레이 되는 이미지를 생성한다.
- 카메라와 마이크(SGI Indy에 연결): 참여자들 사이에 실시간 오디오/비디오 통신을 위해 사용된다.

이상과 같이 여러 개의 소프트웨어 컴포넌트를 합하여 전체 시스템을 구성한다. 가장 주요한 컴포넌트는 그래픽 모의실험 소프트웨어로서 네트워크 통신 시스템과 함께 내장되었다.

가상현실 렌더링 소프트웨어는 C로 작성되었다. 소프트웨어와 모든 가상 객체들은 각 사이트에 주재한다. 처음에 시스템을 초기화하는 동안 차량의 기하학적인 기술과 그래픽 환경은 파일로부터 적재된다. 모의실험에서 여러 작업들이 가상 환경을 갱신하기 위해 반복적으로 수행된다. 헤드와 wand tracker로부터 입력을 받아서 새로운 위치와 방향을 계산한다. Dynasty가 실행중이면 그 사이트에서의 모의실험은 갱신된 차량 위치를 얻는다. 마지막으로, 헤드-마운트 디스플레이로 추적된 뷰포인트로부터 갱신된 장면을 렌더링하기 위하여 렌더링 절차를 호출한다. 모의실험을 실감나게 하기 위해서 CAVE에서는 초당 15배의 비율로 목표 프레임을 실행하며 Responsive Workbench에서는 48fps로 실행한다.

### 3) ATM 통신망

실시간 상호작용과 디지털 통신을 위하여, 원격지 사이트들은 다음과 같은 특성을 갖춘 네트워크로 구성되어야 한다. 사이트당 수 mega bit의 전송률을 가지는 주파수 대역, 낮은 지연 시간(latency), IP multicast를 실행할 수 있는 능력 등이다. ATM이 가장 적합한 선택이었다. ISDN은 2 mega bit 이하의 자료 전송률을 지원하기 때문에 사전에 어려움을 겪었다.

ATM의 핵심 기술은 스위치들이 ATM 네트워크에서 라우터 역할을 하는 셀-스위치 기술에 있다. ATM 네트워크의 대부분의 속도는 155 mega bit이며, 622 mega bit도 존재한다. 이것은 복수개의 채널을 이용하면 giga bit의 속도를 지원할 수 있다. ATM 네트워크는 연결-지향(connection-oriented) 방식이므로 메시지가 전송되기 전에 연결이 이루어져야 된다. 연결은 PVC(permanent virtual circuit) 또는 SVC(switch virtual circuit)를 이용하여 설정된다. PVC나 SVC가 설정되면, 출발지에서 목적지까지 특정한 물리적인 경로가 선정되고, 그 경로상의 모든 스위치들이 테이블 엔트리를 만들어서 패킷들을 전송할 수 있게 설정된다. 연결망이 구축되면 모든 메시지들은 그 경로를 따라서 목적지로 전송된다.

NCSA와 GMD 사이의 연결은 ATM을 기반으로 하는 여러 개의 네트워크로 구축되었다. 전송 사이트를 위해 H.261 엔코딩(encoding) 기술을 이용하며 양질의 칼러 비디오를 30 fps 전송하는데 약 300 Kbps가 요구된다. 더 고품질의 비디오를 전송하려면 500 Kbps의 전송률이 요구된다. nv 엔코딩 기술을 이용하는 동일한 비디오는 900 Kbps 수준이다. 오디오 통신을 지원하는 주파수는 8 kHz로서 사이트에서는 64 Kbps가 요구된다. 공유 가상 환경에서 위치 정보를 교환하는데 필요

한 속도는 40 Kbps 수준이다. 따라서 모두 합하여 사이트 당 1 Mbps가 요구된다. 그러므로 대서양을 연결하는 ATM 회로는 5000 셀(2 Mbps)에 맞추어 구축된다.

### 4) 평가

DVR 시스템은 1997년에 시제품이 완성되어 대서양을 사이에 두고 수십 차례의 시험을 수행하였다. 그 중 두 차례는 미국(Aurora)의 공장과 Belgium(Gosselies)의 캐터필라사 엔지니어들이 참여하여 전면적인 평가를 수행하였다. 부가하여 NCSA에서도 지역 가상 현실 가시화 시설을 이용하여 네 차례나 시연을 수행하였다. 참여자들은 가상 환경을 공유하고 디지털 오디오/비디오를 이용하여 통신하였다. GMD에 있는 참여자들도 NCSA에서 운전하는 모델 차량을 볼 수 있었다. 오디오와 비디오 그리고 상호작용 하는 반응도 품질이 우수하였다고 평가되었으며, 참여자들 사이의 통신도 자연스러웠다고 평가되었다.

## 3.2 CAVERN

CAVERN(CAVE Research Network)은 CAVE 기반의 가상 현실 하드웨어와 고성능 연산 자원, 고속 통신망으로 구성되어 있으며, 설계, 교육, 엔지니어링 그리고 과학 가시화(scientific visualization)를 지원하기 위해 산업체와 연구소가 협동으로 만든 산물이다.

CAVERNsoft는 CAVERN을 지원하는 협동 소프트웨어의 핵심이다. CAVERNsoft는 협동 가상 환경을 유지하는데 필요한 광범위한 자료들을 관리하기 위하여 분산 자료 저장소를 사용한다. 복수개의 네트워크 인터페이스들은 네트워크 요건들인 객체화, 지연 시간, 자료 일관성 그리고 확장성을 지원한다. 이들 다양한 데이터베이스와 네

트위크 요건들은 지금까지의 데스크탑 멀티미디어 시스템들에서는 볼 수 없었던 특성들이지만 실시간 가상 현실 응용분야에는 매우 보편적인 내용들이다.

CAVERNsoft의 주요 목표는 협동적이거나 교육 그리고 과학과 엔지니어링 가시화를 위해 협동 가상 현실을 지원하는 문제점들을 찾는 것이다. 그러나 이를 위한 원리는 다른 협동 가상 현실 응용분야에도 일반적으로 적용된다. 또한 협동 가상 현실 응용분야를 신속하게 구축해주는 고급 모듈들을 제공한다.

1) Information Request Broker(IRB)

IRB는 CAVERN 기반의 모든 클라이언트/서버 응용분야의 핵심이다. IRB는 데이터베이스가 운영하는 지속성 자료의 자치적인 저장소이며, 다양한 네트워킹 인터페이스들이 접근할 수 있다. 이것의 목표는 분산 데이터베이스 기술을 갖춘 CALVIN 시스템의 분산 공유 메모리와 통일된 인터페이스 하에서 실시간 네트워킹 기술을 결합하여 혼합형 시스템을 개발함으로써 임의의 협동 가상 현실 위상들을 구축하는 것이다.

그림 4와 같이 클라이언트 응용은 IRB 인터페

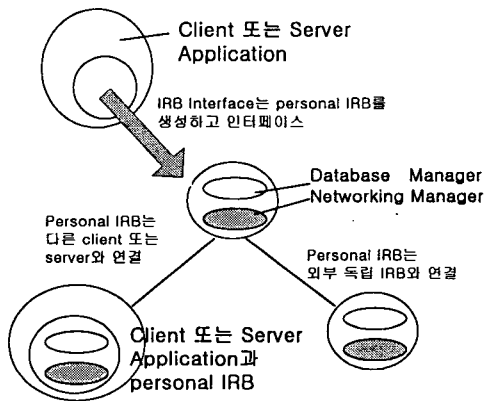


그림 4. IRB 인터페이스를 이용하는 클라이언트/서버 시스템

이스를 이용하여 'personal' IRB를 생성한다. 이 IRB는 클라이언트가 연산하는 동안 다른 IRB로부터 검색된 자료를 캐쉬 하는데 사용된다. 특정한 응용분야에 사용되는 서버도 마찬가지로 IRB 인터페이스를 이용하여 구축된다. 그러므로 클라이언트와 서버 사이에는 작은 차이밖에 없다. IRB 인터페이스를 이용하여 클라이언트는 다른 클라이언트나 서버와 연결을 구축하고 자원을 접근한다. IRB 인터페이스는 클라이언트의 personal IRB에게 요청을 전송하여 원격지 클라이언트나 서버의 IRB와 통신한다. 이와 같이 IRB의 책임은 클라이언트/서버 응용이 요청한 네트워킹과 데이터베이스 서비스를 협상하는 것이다. 이와 같은 융통성이 있어서 임의의 협동 가상 현실 위상을 구축할 수 있다.

2) IRBi(IRB 인터페이스)

IRBi(IRB 인터페이스)는 IRB에 대한 클라이언트와 서버의 인터페이스이다. IRBi는 네트워킹 인터페이스, 데이터베이스 인터페이스 그리고 고급 템플릿 인터페이스를 제공한다. IRBi는 동일한 주소 공간을 공유하는 스레드(thread)처럼 IRB와 밀 결합(tightly coupled)되어 있다. 이것은 클라이언트 응용과 IRB 사이에 기능을 호출하는 인공 메시지 전달의 필요성을 감소시킨다.

Personal IRB에 대한 클라이언트의 핸들(handle)은 원격 IRB와의 동적 연결을 기동하는데 사용된다. 자신의 personal IRB와 원격 IRB 사이에 정보를 교환하기 원하는 클라이언트는 통신 채널을 생성하고, 통신 특성을 정의하는 것으로 시작한다. 다음에는 지역과 원격 키들이 채널들 사이로 다수가 연결된다. 키는 IRB 데이터베이스의 저장 위치에 대한 핸들이다. 데이터베이스는 원격기로부터 수신된 자료를 캐쉬 하는데 사용된다. 키들은 Unix의 디렉토리 구조처럼 모든 IRB

들을 고유하게 식별하고 계층적으로 구성된다. 각 지역 키들은 단지 하나의 원격키에만 연결된다. 이것이 바로 원격 IRB와 정보를 공유하기 위해 사용자가 명시적으로 호출하는 연결이다. 그러나 각 지역의 키는 다른 원격 키들로부터 복수개의 연결을 허용한다.

### 3) 시스템 구성과 평가

그림 5는 CAVERNsoft의 다양한 컴포넌트들이 어떻게 클라이언트/서버 응용 시스템을 구축하고 조화를 이루는지를 보여준다. 네트워킹 관리자는 Nexus에 기반을 두고 있다. Nexus는 클라이언트 응용들과 원격 슈퍼컴퓨팅 자원들을 연결하기 위해서 Argonne National Laboratory가 개발한 효율적인 다중 스레드 통신 라이브러리이다. Nexus를 이용하여 IRB의 네트워킹관리자는 네트워킹 프로토콜과 서비스 계약의 품질을 협상하고 일단 구축된 연결을 관리한다. Nexus는 슈퍼컴퓨터의 다수의 노드들 사이에서 통신을 협조하도록 제작되었으므로 CAVERNsoft가 IRB 기반의 클라이언트들을 지원하는데 지렛대로 사용하게 해준다.

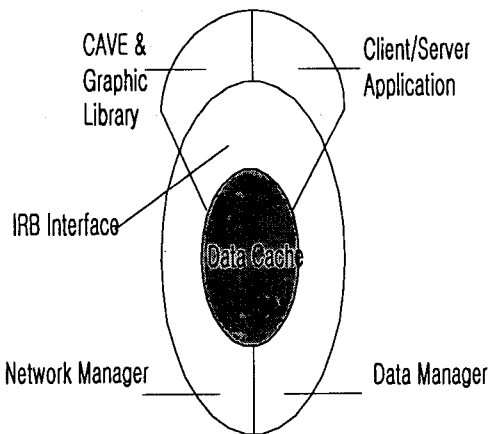


그림 5. CAVERN IRB 기반의 클라이언트/서버 구조

데이터베이스 관리자는 PTOOL을 이용하여 제작되었다. 이것은 Illinois Chicago 대학의 Advanced Computing Laboratory에서 개발된 지속성 객체 저장소이다. PTOOL의 주요 용도는 방대한 객체들을 효율적으로 저장하고 검색하는데 있다. 지속성 키의 추상을 제공하기 위해서 고객 인터페이스는 PTOOL의 상부에 구축되었다. 엄격하게 말해서 CAVERNsoft가 사용하는 데이터베이스는 자료 저장소이다. 전통적인 데이터베이스의 트랜잭션 관리 기능이 삭제된 객체지향 데이터베이스 위에서는 PTOOL이 상당히 개선된 성능을 발휘한다.

CAVERNsoft의 설계 목표는 지금까지의 다른 협동 가상 현실 소프트웨어 기반 구조보다 폭넓은 요건들을 감안한 것이다. 이와 같은 광범위한 접근 방식은 협동 가상 현실 응용분야의 다음 세대를 구축할 수 있는 기반을 융통성 있게 제공한다. 특히 인간적인 요소를 감안하여 설계와 구현을 추진하고 있으므로 좋은 결과가 예상된다.

### 4. 결론

협동 가상 현실은 그래픽스, 네트워크, 데이터베이스, 멀티미디어 등의 첨단 기술을 종합해야 완성되는 복합적인 시스템이다. 연극과 영화를 통하여 가상 세계를 만들었던 역사 속에서 컴퓨터 기술의 총합이 실감나는 가상 현실을 만들어내고 있다. 지금까지의 단일 시스템 차원의 가상 현실 보다는 분산 가상 현실 시스템이 많은 분야에서 요구되고 있다.

캐터필라사의 DVR 시스템은 프로토타입이 완성되어 이미 시험을 완료하여 좋은 평가를 받고 있으며, CAVERN 시스템은 프로토타입이 완성 단계에 있다. 그러나 설계 내용과 진행 상황으로



미루어 볼 때 두 시스템이 클라이언트/서버 구조 상 유사하며 CAVE 시스템을 기반으로 하기 때문에 유사한 좋은 결과를 얻을 것으로 예상된다. 특히 이 기종간의 협동처리를 지향하는 클라이언트/서버 시스템과 인터넷 데이터베이스의 발전은 분산 가상현실의 앞날에 매우 고무적이다.

### 참 고 문 헌

- [ 1 ] 송경준외, “분산협동 가상현실 미들웨어 개발”, 정보과학회지 제15권 제11호, pp.20-25, 1997.11.
- [ 2 ] 송경준외, “대규모 분산 가상현실 시스템을 위한 다중 서버-다중 클라이언트 구조”, 정보처리학회지 제5권 제2호, pp.9-16, 1997.11.
- [ 3 ] Jason Leigh, “Issues in the Design of a Flexible Distributed Architecture for Supporting Persistence and Interoperability in Collaborative Virtual Environments”, <http://www.evi.uiuc.edu/cavern/cavernpapers/sc97/index.html>
- [ 4 ] Manfred Kaul, “Distributed Video Production”, DVP Press Release <http://viswiz.gmd.de/DVP/Public/publ/press.html>
- [ 5 ] “Distributed Video Production”, DVP Technical Summary <http://viswiz.gmd.de/DVP/Public/publ/techSum.html>
- [ 6 ] Volodymyr Kindratenko, Lance Arsenault, “Distributed Virtual Reality System”, NCSA, <http://alliance.ncsa.uiuc.edu/alliance98/Proceedings/demo/kindratenko/sm/sld001.htm>
- [ 7 ] Volodymyr Kindratenko, Berthold Kirsch, “Sharing Virtual Environment over a Transatlantic ATM Network in Support of Distant Collaboration in Vehicle Design”, NCSA, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1998 <http://www.ncsa.uiuc.edu/VEG/DVR/ve98/article.html>
- [ 8 ] Volodymyr Kindratenko, Berthold Kirsch, “Distributed Virtual Reality(DVR)-Evaluation Report”, NCSA, University of Illinois at Urbana-Champaign <http://viswiz.gmd.de/DVP/Public/deliv/deliv.445/d445.html>



이 병 옥

- 1973년 연세대학교 화학공학과(학사)
- 1984년 George Washington University 전자계산학과(석사)
- 1994년 중앙대학교 전자계산학과(박사)
- 1989년 뉴욕 시립대학교 연구교수
- 1985년-현재 경원대학교 전자계산학과 교수
- 1999년 현재 경원대학교 전자계산소장
- 관심분야 : 데이터베이스, 분산 시스템, GIS, 가상현실